Étude sur l'abondance, la distribution et la structure de la population d'huîtres du banc public de la baie de Caraquet, Nouveau-Brunswick.

T. Landry[1], M. Ouellette[1], N. Brun[1] et P. Cormier[2]

[1]Ministère des Pêches et Océans
Centre des Pêches du Golfe, Direction des Sciences
C.P. 5030
Moncton, Nouveau-Brunswick
E1C 9B6

[2]Ministère de l'Agriculture, des Pêches et l'Aquaculture
22, boul. St-Pierre Est
Caraquet, Nouveau-Brunswick
E1W 1B6

2001

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques 2357

New Nouveau Brunswick Agriculture, Pêches et Aquaculture

Fisheries and Oceans Pêches et Océans

Canada

+8

Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences

Technical reports contain scientific and technical information that contributes to existing knowledge but which is not normally appropriate for primary literature. Technical reports are directed primarily toward a worldwide audience and have an international distribution. No restriction is placed on subject matter and the series reflects the broad interests and policies of the Department of Fisheries and Oceans, namely, fisheries and aquatic sciences.

Technical reports may be cited as full publications. The correct citation appears above the abstract of each report. Each report is abstracted in *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts* and indexed in the Department's annual index to scientific and technical publications.

Numbers 1-456 in this series were issued as Technical Reports of the Fisheries Research Board of Canada. Numbers 457-714 were issued as Department of the Environment, Fisheries and Marine Service, Research and Development Directorate Technical Reports. Numbers 715-924 were issued as Department of Fisheries and the Environment, Fisheries and Marine Service Technical Reports. The current series name was changed with report number 925.

Technical reports are produced regionally but are numbered nationally. Requests for individual reports will be filled by the issuing establishment listed on the front cover and title page. Out-of-stock reports will be supplied for a fee by commercial agents.

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques

Les rapports techniques contiennent des renseignements scientifiques et techniques qui constituent une contribution aux connaissances actuelles, mais qui ne sont pas normalement appropriés pour la publication dans un journal scientifique. Les rapports techniques sont destinés essentiellement à un public international et ils sont distribués à cet échelon. Il n'y a aucune restriction quant au sujet; de fait, la série reflète la vaste gamme des intérêts et des politiques du ministère des Pêches et des Océans, c'est-à-dire les sciences halieutiques et aquatiques.

Les rapports techniques peuvent être cités comme des publications complètes. Le titre exact paraît au-dessus du résumé de chaque rapport. Les rapports techniques sont résumés dans la revue *Résumés des sciences aquatiques et halieutiques*, et ils sont classés dans l'index annuel des publications scientifiques et techniques du Ministère.

Les numéros 1 à 456 de cette série ont été publiés à titre de rapports techniques de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Les numéros 457 à 714 sont parus à titre de rapports techniques de la Direction générale de la recherche et du développement, Service des pêches et de la mer, ministère de l'Environnement. Les numéros 715 à 924 ont été publiés à titre de rapports techniques du Service des pêches et de la mer, ministère des Pêches et de l'Environnement. Le nom actuel de la série a été établi lors de la parution du numéro 925.

Les rapports techniques sont produits à l'échelon régional, mais numérotés à l'échelon national. Les demandes de rapports seront satisfaites par l'établissement auteur dont le nom figure sur la couverture et la page du titre. Les rapports épuisés seront fournis contre rétribution par des agents commerciaux.

101-04959/

Rapport technique canadien des
sciences halieutiques et aquatiques 2357

2001

Étude sur l'abondance, la distribution et la structure de la population d'huîtres du banc public de la baie de Caraquet, Nouveau-Brunswick.

par

T. Landry[1], M. Ouellette[1], N. Brun[1] et P. Cormier[2]

[1]Ministère des Pêches et Océans
Centre des Pêches du Golfe, Direction des Sciences
C.P. 5030
Moncton, Nouveau-Brunswick
E1C 9B6

[2]Ministère de l'Agriculture, des Pêches et l'Aquaculture
22, boul. St-Pierre Est
Caraquet, Nouveau-Brunswick
E1W 1B6

© Ministère des Travaux Publics et Services Gouvernemantaux Canada 2001
N° de Cat. Fs 97-6/2357F ISSN 0706-6570

On devra citer la publication comme suit:

Landry, T., M. Ouellette, N. Brun et P. Cormier. 2001. Étude sur l'abondance, la distribution et la structure de la population d'huîtres du banc public de la baie de Caraquet, Nouveau-Brunswick. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2357 :vi + 29 p.

TABLE DES MATIÈRES

Liste des tableaux iv
Liste des figures v
Résumé / Abstract vi
1. Introduction 1
2. Matériel et méthodes 2
3. Résultats 4
4. Discussion 7
5. Conclusion 11
6. Remerciements 12
7. Références 13

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Superficie (en hectares) et pourcentage du Banc Public et des différentes régions de densités d'huîtres pour les années 1972 à 1999. 15

Tableau 2. Densités moyennes (huîtres/m^2) des différentes classes de taille d'huîtres selon les régions de densités pour le Banc Public de la baie de Caraquet en 1999. 16

Tableau 3. Comparaison des densités (huîtres/m^2) totales et commerciales d'huîtres du Banc Public de la baie de Caraquet pour les années 1974 à 1999. 17

Tableau 4. Distribution de la taille des populations d'huîtres (en pourcentage) du Banc Public, de Pointe aux Huîtres, du Chenal Nord et du Chenal Sud de la baie de Caraquet en 1999. 18

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Baie de Caraquet, Nouveau-Brunswick. 19

Figure 2. Stations d'échantillonnage au Banc Public, à Pointe aux Huîtres et au Chenal Nord et Sud dans la baie de Caraquet en 1999. 20

Figure 3. Distribution de la population totale d'huîtres du Banc Public de la baie de Caraquet en 1999. 21

Figure 4. Distribution des huîtres commerciales (>75 mm) dans la région du Banc Public de la baie de Caraquet en 1999. 22

Figure 5. Distribution des huîtres juvéniles (0-35 mm) dans la région du Banc Public de la baie de Caraquet en 1999. 23

Figure 6. Distribution des huîtres naissains (0-25 mm) dans la régjon du Banc Public de la baie de Caraquet en 1999. 24

Figure 7. Distribution des huîtres recrues (35-75 mm) dans la régjon du Banc Public de la baie de Caraquet en 1999. 25

Figure 8. Variogrammes obtenus lors du Krigeage pour le Banc Public et les différentes classes de taille en 1999. 26

Figure 9. Distribution de la population d'huîtres du Banc Public, de Pointe aux Huîtres, du Chenal Nord et du Chenal Sud de la baie de Caraquet en 1999. 27-28

Figure 10. Courbes exprimant la relation entre la longueur totale (mm) et le poids de l'huître (g) pour le Banc Public, la Pointe aux Huîtres et les Chenaux Nord et Sud de la baie de Caraquet en 1999. 29

Résumé

Landry, T., M. Ouellette, N. Brun et P. Cormier. 2001. Étude sur l'abondance, la distribution et la structure de la population d'huîtres du banc public de la baie de Caraquet, Nouveau-Brunswick. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2357 :vi + 29 p.

Une étude quantitative de la distribution, l'abondance et la structure de la population d'huîtres du Banc Public de la baie de Caraquet a été effectuée en juillet 1999. La méthode arithmétique traditionnelle a été employée pour fins de comparaison avec les résultats des années précédentes. De plus, une nouvelle technique de géostatistique (Krigeage) a été utilisée et comparée avec la méthode arithmétique. Le but de ce travail était d'évaluer la population d'huîtres du Banc Public et de proposer une méthode d'intervention efficace pour l'amélioration de la productivité. En considérant l'évolution de la population d'huîtres, les résultats démontrent que l'état de la population d'huîtres du banc s'est détériorée depuis 1974. La superficie du Banc Public a diminué de 270 ha en 1987 à 194-216 ha selon la méthode de calcul. La densité moyenne du Banc a augmenté légèrement depuis 1987, passant de 31,8 huîtres/m^2 à 47,6 huîtres/m^2 (arithmétique) et 51,6 huîtres/m^2 (Krigeage). La région principale de densité moyenne, soit la plus importante pour l'industrie de pêche, a augmenté de 30,9 huîtres/m^2 en 1987 à 51,0 huîtres/m^2 (arithmétique) et 48,8 huîtres/m^2 (Krigeage) en 1999. La biomasse d'huîtres commerciales disponible a diminué de presque 50% depuis 1987, passant de 808 t à 447 t (arithmétique) ou à 553 t (Krigeage) en 1999. Suite aux résultats obtenus, il est recommandé d'implanter des techniques d'épandage des coquilles «shelling» et de dévasement des gisements «desilting» afin de maintenir cette ressource et d'assurer son développement.

Abstract

A quantitative study on the distribution, abundance and population structure of the Public Oyster Fishing Area (POFA) of Caraquet Bay was undertaken in July 1999. For comparison of results, the same method of calculation (arithmetic) as for previous years was employed. In addition, a new geostatistical method (Kriging) was also employed and compared with the arithmetic method. The objective of this work was to evalutate the population of the POFA of Caraquet Bay and suggest an efficient method for improving productivity of the bed. If we are to consider the evolution of the oyster population of the POFA, it is very obvious that it has deteriorated since 1974. The surface area of the POFA has dropped from 270 ha in 1987 to 194-616 ha depending on the method of calculation. The total average density of oysters in the POFA has risen slightly since 1987, from 31,8 oysters/m^2 to 47,6/m^2 (arithmetic) or 51,6/m^2 (Kriging). The main oyster density bed (medium density region), which is the most important in terms of the fishing industry, has increased from 30,9 oysters/m^2 in 1987 to 51,0/m^2 (arithmetic) or 48,8/m^2 (Kringing) in 1999. The total available biomass of commercial oysters has decreased by almost 50% since 1987, from 808 t to 447 t (arithmetic) or 553 t (Kriging) in 1999. It is recommended that both shelling and desilting techniques are to be established in order to sustain and expand this resource.

1. Introduction

L'huître américaine, *Crassostrea virginica* (Gmelin), est non seulement une espèce d'importance écologique de nos baies et estuaires, mais démontre aussi un potentiel économique important pour le Canada. En Amérique du Nord, une des populations naturelles d'huîtres les plus exploitées commercialement se retrouve dans la baie de Caraquet, au Nouveau-Brunswick (Figure 1). La baie de Caraquet occupe une superficie d'environ 23 km^2 ou 2300 hectares. Elle est principalement alimentée par deux rivières à l'ouest de celle-ci (Rivière du Nord et Rivière de Caraquet), et partiellement refermée à l'est par la dune de Maisonnette. On y retrouve un gisement principal d'huîtres situé à l'intérieur de la baie, soit le Banc Public (environ 300 hectares), ainsi qu'un plus petit groupe au sud-ouest de la Pointe aux Huîtres «Oyster Point » (environ ½ hectare). Il existe également des populations d'huîtres dans les chenaux des deux rivières (Figure 2).

Depuis 1971, des études antérieures sur la structure, la distribution et l'abondance des huîtres de la baie de Caraquet ont été réalisées afin d'évaluer et de surveiller l'état de la population (Lavoie 1977, Lavoie et Robert 1981, Sephton et Bryan 1988). De nos jours, la productivité de la population d'huîtres de cette baie est considérablement plus faible que dans le passé, pour ce qui est du recrutement sur les gisements naturels (Sephton et Bryan 1988). D'ailleurs, cette situation n'est pas particulière à la baie de Caraquet, puisque cette tendance est semblable sur tous les gisements d'huîtres du golfe du Mexique jusqu'au golfe du Saint-Laurent. Aux États-Unis, cette diminution est surtout associée à l'état de santé des populations d'huîtres, et peut aussi dépendre de la condition environnementale des zones côtières, tandis qu'au Canada, le déclin de la productivité des huîtres est principalement relié à la condition environnementale de nos baies. Néanmoins, sur la côte atlantique, il existe des méthodes d'interventions efficaces pour rétablir la productivité de ces bivalves. Les deux techniques les plus utilisées pour l'amélioration de la productivité des huîtres sont le dévasement des gisements «desilting » et l'épandage de coquilles «shelling » sur les gisements (Luchenback *et al.* 1995, Wesson 1997, Koles et Paynter 1999, Southworth et Mann 1999). De plus, l'ensemencement représente une

autre méthode efficace qui peut être utilisée dans les cas où les stocks de géniteurs sont insuffisants ou s'il y a une production inadéquate de larves.

Afin de déterminer laquelle des méthodes d'intervention serait la plus appropriée pour remédier à la situation de la baie de Caraquet, il est d'abord nécessaire de faire une mise à jour de l'état de la population naturelle des huîtres dans la baie. Le but de cette étude est d'évaluer la population et le potentiel de recrutement des huîtres du Banc Public. Plus spécifiquement, une technique de géostatistique (Krigeage) adaptée pour évaluer les stocks de mollusques et des crustacés (Conan 1985, Conan *et al.* 1988a, Conan *et al.* 1988b, Armstrong *et al.* 1989, Deutsch et Journel 1992) sera employée, et les résultats obtenus seront comparés avec ceux de la méthode arithmétique traditionnelle. De plus, les avantages et les désavantages d'utiliser l'une ou l'autre des deux techniques de calcul seront discutés.

2. Matériel et méthodes

2.1 Terrain

Dans la baie de Caraquet, 108 stations d'échantillonnage ont été prédéterminées, selon des résultats antérieurs sur la distribution des gisements d'huîtres qui s'y retrouvent (Lavoie 1977, Lavoie et Robert 1981, Sephton et Bryan 1988). En juillet 1999, un total de 67 stations d'échantillonnage au Banc Public, 16 stations à la Pointe aux Huîtres, ainsi que 11 et 14 stations au Chenal Nord et au Chenal Sud respectivement (Figure 2) ont été sondées. Lors de l'échantillonnage, la position géographique précise de chaque station a été repérée par D-GPS (Garmin 12CX + récepteur différentiel GBR-21) et notée. Un carré en métal mesurant 1 m^2 et subdivisé en 4 quadrants égaux a été construit afin de définir la surface à échantillonner. À chacune des stations, le carré a été déposé sur le fond de la mer et tout le contenu épibenthique (huîtres et autres mollusques, végétation, roches, coquilles vides) délimité par celui-ci a été prélevé et placé dans un sac à oignons. Toutefois, un échantillon de 0,25 m^2 (= 1quadrant), de 0,5 m^2 (= 2 quadrants) ou de 0,75 m^2 (= 3 quadrants) a été recueilli si la densité du matériel à échantillonner était trop élevée. Cette procédure a été appliquée afin de

tenir compte des variations de densités d'huîtres rencontrées sur le fond lors du prélèvement. Un échantillon par station a été prélevé. Pour chaque station, le type de fond et la surface échantillonnée (1 m^2; 0,75 m^2; 0,5 m^2 ou 0,25 m^2) ont été notés.

Le poids total du matériel prélevé (mollusques épibenthiques) pour chaque échantillon, après dévasement et à l'absence de végétation, a été mesuré et les huîtres vivantes (> 5 mm) ont été comptées. Les longueurs individuelles des huîtres ont été mesurées (au mm près) et classées par groupes de taille de 5 mm pour déterminer la structure de la population et le potentiel de recrutement.

Pour le Banc Public, la Pointe aux Huîtres et les Chenaux Nord et Sud, la relation taille/poids total a été calculée à partir d'un sous-échantillon de 10 huîtres par groupes de taille de 10 mm d'intervalle (5-15 mm, 15-25 mm, 25-35 mm, 35-45 mm, 45-55 mm, 55-65 mm, 65-75 mm, > 75mm). Les huîtres ont été mesurées (au mm près) et seul le poids total (coquille et chair) mesuré au 0.01g près a été déterminé, puisque les huîtres provenant de la baie de Caraquet sont vendues dans la coquille selon le poids.

2.2 Analyse géostatistique (Krigeage)

La méthode de Krigeage permet une estimation non biaisée à partir d'échantillons autocorrelés et non aléatoires (Conan 1985). Elle consiste à (1) analyser la covariance entre les stations d'échantillonnage en fonction de la distance qui les séparent, et (2) accorder un poids à chaque échantillon afin de calculer, pour une région spécifique, une estimation de la variable étudiée (Conan *et al.* 1988b). Les données sont premièrement évaluées par des analyses de variogrammes pour déterminer l'autocorrélation spatiale entre les échantillons (les échantillons sont autocorrelés à l'intérieur d'un certain rayon de distance). Par la suite, le Krigeage est utilisé pour analyser les données et produire des cartes démontrant la distribution globale de la variable étudiée.

Pour le Banc Public, la distribution des huîtres des différents groupes de taille a été évaluée à partir d'analyses géostatistiques et les isocontours de densité ont été cartifiés. Les résultats obtenus par la méthode d'analyse géostatique (Krigeage) ont été comparés à ceux des

méthodes habituelles d'évaluation des études précédentes. Afin d'obtenir un modèle précis de la distribution de la population, le fond a été catégorisé en trois régions selon la densité d'huîtres présente : faible (entre 0 à 10 huîtres/m^2), moyenne (entre 10 à 100 huîtres/m^2) et haute (supérieure à 100 huîtres/m^2). La biomasse totale des huîtres commerciales du Banc Public a aussi été évaluée et est exprimée en tonnes. Pour fins de conversion, une tonne équivaut à 24,5 boîtes d'huîtres standards, et une boîte d'huîtres standard contient environ 450-500 huîtres de taille commerciale (Lavoie 1977). La taille légale commerciale pour les huîtres est de 7,5 cm (selon le plus grand axe de longueur de la coquille). La distribution et la biomasse ont également été calculées avec la méthode arithmétique pour fins de comparaison avec celles obtenues avec le Krigeage.

3. Résultats

Le Banc Public s'étend actuellement sur une superficie de 194 ha selon la méthode arithmétique traditionnelle et 216 ha selon la méthode de Krigeage (Tableau 1). Un aperçu de la superficie occupée par les trois différentes régions de densités en comparaison avec celles des années antérieures est représenté dans le Tableau 1. Selon la méthode arithmétique, la région de densité moyenne (10 à 100 huîtres/m^2) est la plus étendue et représente 57,7% des fonds huîtriers, comparativement à 24,2% et 18,0% pour les régions de faible densité (0-10 huîtres/m^2) et de forte densité (> 100 m^2) respectivement (Tableau 1). Quant à la méthode de Krigeage, la région de densité moyenne (10 à 100 huîtres/m^2) est également la plus étendue et représente 68,2% des fonds huîtriers, comparativement à 21,3% et 10,7% pour les régions de faible densité (0-10 huîtres/m^2) et de forte densité (> 100 m^2) respectivement (Tableau 1).

La distribution de la population totale d'huîtres du Banc Public est représentée à la figure 3. La distribution des huîtres sur le banc est caractérisée par un banc principal de densité moyenne (10-100 huîtres/m^2), entouré de quelques zones périphériques de faible densité (0-10 huîtres/m^2). Le seul gisement de forte densité (>100 huîtres/m^2) est localisé dans la partie supérieure du banc, soit au nord-est de Pointe des deux rivières (Figure 3). La distribution des huîtres commerciales (>75 mm) est représentée à la figure 4. Elle est caractérisée par une région

uniforme de densité faible occupant approximativement 136,8 ha, et deux petites régions de densité moyenne occupant un total de 13,2 ha, situées au nord-est et au sud-est de Pointe des deux rivières respectivement. La figure 5 démontre la distribution des huîtres juvéniles (0-35 mm). Leur distribution est caractérisée par une région principale de densité moyenne représentant environ 92,7 ha, entouré d'une région périphérique de densité faible (87,7 ha). La distribution des huîtres naissains (0-25 mm) est présentée à la figure 6 et correspond à une région principale de densité faible (135,5 ha). Deux secteurs de densité moyenne sont localisés au nord-est de la Pointe des deux rivières et représentent au total 11,3 ha. La figure 7 représente la distribution des huîtres recrues (35-75 mm) sur le Banc Public. La région de densité moyenne domine et représente une superficie d'environ 175,2 ha. Elle est entourée de trois petites régions de densité faible localisées à la périphérie du banc, soit au nord, à l'est et sud-est du Village des Poirier et occupant un total de 28,5 ha. Les variogrammes utilisés dans l'analyse des distributions de densités pour le Banc Public et les différentes classes de taille en 1999 sont représentés dans la figure 8.

Les densités moyennes d'huîtres (huîtres/m^2) pour le Banc Public et pour les différentes régions de densités sont représentées au Tableau 2. Ce tableau démontre également les densités pour les huîtres commerciales (>75 mm), recrues (35-75 mm), juvéniles (0-35 mm) ainsi que pour les naissains (0-25 mm). Les résultats indiquent que la densité moyenne pour l'ensemble du Banc Public a été estimée à 47,6 ± 23,9% huîtres/m^2 (arithmétique) et 51,6 ± 12,6% huîtres/m^2 (Krigeage). La région de densité faible comptait 1,9 huîtres/m^2 (arithmétique) et 1,1 huîtres/m^2 (Krigeage). La région de densité moyenne présente une densité de 51,0 huîtres/m^2 (arithmétique) et 48,8 huîtres/m^2 (Krigeage). La région de forte densité compte environ 135,7 huîtres/m^2 (arithmétique) et 139,8 huîtres/m^2 (Krigeage). La moyenne de densité pour les huîtres de taille commerciale est environ 2,7 ± 33,4% huîtres/m^2 (arithmétique) et 3,2 ± 16,2% huîtres/m^2 (Krigeage). Pour ce qui est des huîtres de taille recrues, la densité moyenne est 35,0 ± 23,7% huîtres/m^2 (arithmétique) et 36,9 ± 16,4% huîtres/m^2 (Krigeage). Les huîtres juvéniles comptaient une densité moyenne de 9,9 ± 28,3% huîtres/m^2 (arithmétique) et 11,6 ± 12,2% huîtres/m^2 (Krigeage), et la densité des huîtres naissains (0-25 mm) était 2,7 ± 37,0% huîtres/m^2 (arithmétique) et 3,3 ± 16,1% huîtres/m^2 (Krigeage).

Selon les résultats de densités moyennes pour les huîtres commerciales et pour le total du Banc Public, des estimations de la population totale du banc, ainsi que la biomasse d'huîtres commerciales disponible ont été calculés et apparaissent dans le Tableau 3. La population totale d'huîtres dans le Banc Public en 1999 a été estimée à 92,3 millions (arithmétique) et à 103,3 millions (Krigeage), et la population totale d'huîtres commerciales a été évaluée à environ 5,2 millions (arithmétique) et 6,4 millions (Krigeage). En ce qui concerne la biomasse d'huîtres commerciales disponible en 1999, le stock exploitable a été estimé à 447 tonnes métriques (arithmétique) et 553 tonnes métriques (Krigeage). Pour fins de comparaison, le Tableau 3 présente également les résultats des études antérieures. L'analyse de biomasse totale pour les huîtres commerciales (>75 mm) du Banc Public a été estimée à 302,6 tonnes métriques selon la méthode arithmétique et 374,3 tonnes métriques selon la méthode géostatistique.

La figure 9 représente la distribution de la taille des huîtres pour le Banc Public, la Pointe aux Huîtres, et le Chenal Nord et le Chenal Sud pour la baie de Caraquet en 1999. Les données statistiques pour la distribution selon les différentes classes de taille sont démontrées dans le Tableau 4. La distribution de la taille des huîtres du Banc Public pour 1999 (Figure 9a) présente une configuration unimodale avec un sommet dans la classe 40-45 mm représentant 13,6% de la population. Les huîtres de taille recrue (35-75 mm) dominent et représentent 71,3%. Les huîtres de taille commerciale (>75 mm), par contre, ne représentent que 5,3% de la population. En ce qui concerne les huîtres de taille juvéniles, celles-ci représentaient 23,4% dont 7,11% représentant les naissains pour l'année 1998. Pour ce qui est de Pointe aux Huîtres (Figure 9b), la distribution de la taille des huîtres est unimodale avec un sommet se situant entre 35-45 mm (39,6%). La figure 9b démontre que les huîtres de taille recrues (35-75 mm) représentent la majorité de la population avec un pourcentage de 68,5%, suivit par les classes de taille juvéniles (30,7%) et naissains (6,7%). Les huîtres de taille commerciales ne représentent que 0,8% de la population. En regardant la figure 9c et 9d, on remarque que les configurations pour les distributions des huîtres selon la taille pour le Chenal Nord et le Chenal Sud sont polymodales. Dans les deux régions, les huîtres recrues dominent avec un pourcentage de 54,8% pour le Chenal Nord et 60,0% pour le Chenal Sud. Les huîtres commerciales représentent environ 22,8% pour le Chenal Nord et 34,3% pour le Chenal Sud. L'histogramme du Chenal Nord

indique que 22,4% des huîtres sont de tailles juvéniles (0-35) et 8,8% de tailles naissains (0-25). En ce qui est du Chenal Sud, 5,7% sont des juvéniles et 1,6% des naissains.

La relation entre la longueur totale (mm) et le poids (g) pour le Banc Public, Pointe aux Huîtres, et le Chenal Nord et le Chenal Sud en 1999 sont représentées par la figure 10. Pour le Banc Public la relation longueur-poids des huîtres peut être décrite par l'équation suivante : $Log_{10}(W)=2,90\ Log_{10}(L)-3.84$ ($n=152$, $r^2= 0,967$).

Les équations représentant la relation longueur-poids pour Pointe aux Huîtres et les Chenaux Nord et Sud sont $Log_{10}(W)=3,14\ Log_{10}(L)-4.09$ ($n=70$, $r^2= 0,967$) et $Log_{10}(W)=2,33\ Log_{10}(L)-3.10$ ($n=144$, $r^2= 0,924$) respectivement (Figure 10).

4. Discussion

Le Banc Public de la baie de Caraquet a subit de nombreux changements depuis les dernières décennies. Si l'on considère l'évolution de sa superficie (Tableau 1), on remarque une augmentation du banc de 240 ha en 1974 (Lavoie 1977) à 290 ha en 1979 (Lavoie et Robert 1981). Toutefois, depuis 1979, la superficie du banc n'a que diminué. En 1987, le banc mesurait 270 ha (Sephton et Bryan 1988), et en 1991, la superficie était de 253 ha (SEnPAq 1991). Les résultats de 1999 démontrent également cette même tendance, avec une réduction du banc à 194-216 ha. Ceci représente une diminution totale de plus de 20% du banc.

La distribution de la population totale d'huîtres du Banc Public (Figure 3) est assez similaire à celles observées en 1987 et 1991 (Sephton et Bryan 1988, SEnPAq 1991), avec une région de densité moyenne (10-100 huîtres/m^2) qui occupe la majorité du banc, parsemée de quelques zones de faibles densités en périphérie. En d'autres mots, les configurations des régions de densités faibles et moyennes ne semblent pas avoir connu de changements majeurs à l'exception d'une légère diminution en superficie. Par contre, le gisement de haute densité observé dans la partie supérieur du Banc (Figure 3) a subit une augmentation de superficie depuis la dernière décennie, passant de 8 ha en 1991 à 23-35 ha selon la méthode d'évaluation (Tableau 1). La distribution de l'huître de taille commerciale (Figure 4) ne présente aucune région de haute densité, ce qui est semblable aux résultats obtenus par Sephton et Bryan (1988).

Dans la figure 4, on remarque une absence d'huîtres commerciales dans le centre du banc, qui semble corrélée avec les observations de ces mêmes auteurs. Toutefois, la distribution des huîtres commerciales en 1999 est moins étendue et uniforme que celle décrite en 1987.

La densité moyenne pour l'ensemble du Banc Public a subit une diminution de 50% au cours des années 70 (Tableau 3), passant de 63,5/m^2 en 1974 à 31,5/m^2 en 1979. Les résultats de 1987 démontrent que la densité moyenne du banc total était demeurée stable à 31,8/m^2, jusqu'à 1991, où il y a eu une légère chute à 24,2 huîtres/m^2. Les résultats de 1999 démontrent que la densité moyenne des huîtres du Banc Public a subit une augmentation remarquable d'environ 30 % depuis 1987, passant de 31,8 huîtres/m^2 à 47,6 - 51,6 huîtres/m^2 selon la méthode de calcul. La densité moyenne des huîtres commerciales (>75 mm) a diminué de 11,3 huîtres/m^2 en 1974 à 4,7 huîtres/m^2 en 1979, à 3,3 huîtres/m^2 en 1987, et à 3,2 huîtres/m^2 en 1991. Les résultats de 1999 indiquent que la densité moyenne des huîtres de plus de 75 mm a subit une légère diminution à 2,7 huîtres/m^2 selon la méthode arithmétique. Cependant, si l'on considère la méthode géostatistique, la densité est de 3,3 huîtres/m^2 en 1999 et a demeuré stable depuis 1987. Toutefois, même si la densité d'huîtres commerciales semble avoir atteint un plateau pendant les dernières années, on observe que la population totale d'huîtres commerciales, exprimée en biomasse d'huîtres commerciales disponible, a diminué considérablement avec le temps (Tableau 3). La population d'huîtres commerciales en 1999 a été évaluée à 447 t (5,2 millions d'huîtres) selon la méthode arithmétique et à 553 t (6,4 millions d'huîtres) selon la méthode géostatistique, ce qui est une diminution importante de l'ordre d'environ 80% depuis 1974 et de 30% depuis 1987. Cette diminution semble être le résultat d'une surpêche d'huîtres de cette taille. L'analyse de biomasse totale pour les huîtres commerciales (>75 mm) du Banc Public a été estimée à 302,6 tonnes métriques selon la méthode arithmétique et 374,3 tonnes métriques selon la méthode géostatistique.

La densité moyenne de la région de faible densité a augmenté de presque 50% de 1974 à 1979 (3,6/m^2 à 6,8/m^2), mais a diminué de nouveau à 1,9/m^2 (arithmétique) ou à 1,1/m^2 (Krigeage) en 1999. Si l'on considère la région de moyenne densité, la densité moyenne au cours des années a grandement varié, et a subit une légère augmentation en 1999 depuis 1987 (de 30,9/m^2 à 51,0/m^2 (arithmétique) ou à 48,8/m^2 (Krigeage)). Si l'on considère la région de

forte densité, la densité moyenne est passée de 250,5/m^2 en 1974, à 101,6/m^2 en 1987, et a augmenté légèrement en 1999 à 135,7/m^2 (arithmétique) ou à 139,8/m^2 (Krigeage). Des régions de fortes densités n'ont pas été observées en 1979 (Tableau 3). Lavoie et Robert (1981) ont suggéré qu'une réduction de la densité pourrait améliorer la qualité des huîtres commerciales du Banc Public, puisque le surpeuplement affecte énormément le développement de la coquille du bivalve.

Dans toutes les régions, la distribution de taille semble présenter un bon recrutement pour les prochaines années (Figure 9). Les huîtres de taille recrues (35-75 mm) dominent pour toutes les régions avec des proportions de 71,34% pour le Banc Public, 68,50% pour la Pointe aux Huîtres, 54,79% pour le Chenal Nord et 60% pour le Chenal Sud (Tableau 5). Par ailleurs, les huîtres juvéniles (0-35 mm) ne représentent que 23,4% pour le Banc Public, 30,7% pour la Pointe aux Huîtres, 22,4% pour le Chenal Nord et 5,7% pour le chenal Sud, c'est-à-dire que la population pour les années subséquentes sera faible. La proportion d'huîtres commerciales pour la région du Banc Public et de Pointe aux Huîtres sont de 5,3% et 0,8% respectivement, ce qui est très faible, comparé aux valeurs de 22,8% et 34,3% pour le Chenal Nord et Sud. Ces valeurs élevées d'huîtres commerciales dans les chenaux pourraient résulter d'un effort de pêche plus faible à cause de la densité d'huîtres élevées et la piètre qualité du substrat dans ces régions, ce qui résulte en des huîtres de pauvre qualité marchande (coquilles de formes irrégulières) (Lavoie et Robert 1981).

Si l'on considère l'évolution de la distribution de taille pour le Banc Public avec les années antérieures, on observe une diminution en proportion d'huîtres de tailles commerciales de 28,2% en 1974, à 20,4% en 1987 et à 5,25% en 1999. On remarque également que le taux élevé de recrutement des juvéniles initialement observé en 1974 est très faible depuis ce temps (Ferguson 1985). Ceci est peut-être dû à une insuffisance de substrats adéquats et disponibles pour le captage des naissains. Selon Mackenzie (1976, 1989), une trop grande accumulation de sédiments pourrait diminuer la disponibilité du substrat et gêner le captage et la survie des naissains.

Sephton et Bryan (1988) ont observé que l'huître du Banc Public semblait légèrement plus pesante pour une longueur donnée en 1987 qu'en 1979, tandis que l'inverse s'est produit en

1991. Selon l'équation taille-poids pour le Banc Public, on remarque que la pente obtenue en 1999 (2,90) se rapproche beaucoup à celle obtenue par Lavoie et Robert (1981), c'est-à-dire qu'une huître est plus lourde pour une longueur donnée. On remarque que les pentes observées par Lavoie et Robert 1981 et par SEnPAq 1991 sont moins élevées, ce qui se traduit en une huître moins pesante pour une longueur donnée. Aucune relation entre la morphométrie des huîtres et la densité n'a été observée. Pour fins de comparaison, les équations représentant la relation longueur-poids pour le Banc Public en 1999, 1991, 1987 et 1981 sont les suivantes :

$(W)=2{,}90\ \mathrm{Log}_{10}(L)-3.84$ ($n=152$, $r^2= 0{,}967$), Landry *et al.* (2001)
$(W)=2{,}65\ \mathrm{Log}_{10}(L)-3.30$ ($n=2373$, $r^2= 0{,}675$), SEnPAq (1991)
$(W)=2{,}83\ \mathrm{Log}_{10}(L)-3.59$ ($n=200$, $r^2= 0{,}92$), Sephton et Bryan (1987)
$(W)=2{,}91\ \mathrm{Log}_{10}(L)-3.75$ ($n=234$, $r^2= 0{,}98$), Lavoie et Robert (1981)

La méthode d'analyse géostatistique et la méthode arithmétique obtiennent des estimées semblables de densité et de population. Cependant, on remarque une différence importante au niveau de leurs intervalles de confiances. On observe un intervalle de confiance moins étendue pour les résultats de la méthode de Krigeage, ce qui est un avantage par rapport à la méthode arithmétique. Ceci veut dire que les estimés de la population par la méthode géostatistique sont plus précises que celles estimées par la méthode arithmétique. Les avantages d'utiliser le Krigeage sont (1) de produire une carte précise de la densité et pour la variance des estimations de densité (le variogramme permet de définir les courbes de niveau d'un endroit spécifique) et (2) d'avoir des estimations de la densité accompagnées d'intervalles de confiance. Les techniques d'échantillonnage traditionnelles, par contre, ne prennent pas en considération la structure spatiale des stocks et l'autocorrelation entre les échantillons proches.

5. Conclusion

Les résultats de 1999 démontrent que la population d'huîtres du banc publique de la baie de Caraquet approche un état critique semblable à celui des années 1960, suite à la maladie de Malpèque (MPO, Unité des services statistiques). C'est durant cette même période qu'un premier projet d'amélioration de la productivité d'huîtres a été effectué dans cette baie. Il existe très peu d'information sur les activités de 1967 ou celles qui ont suivi en terme d'amélioration de productivité, cependant, il semblerait qu'elles ont compris du dévasement et l'ajout de coquilles de myes. Les efforts de 1967 montrent clairement une amélioration lorsqu'on se base sur les débarquements rapportés plus tard. En effet, les débarquements de 1975 (716 t) sont environ 3,5 fois supérieurs à la moyenne des débarquements (204 t) des 30 dernières années de l'histoire de l'industrie des huîtres de la baie de Caraquet, et 17 fois supérieurs au débarquement (42 t) de 1998. Ceci représente des pertes potentielles de l'ordre de $1 125 000 et $1 500 000 respectivement. Cette perte économique ne tient pas compte de la perte écologique qui est associée à l'apport biologique des huîtres dans la baie de Caraquet. En effet, de nombreuses études démontrent l'importance des filtreurs, principalement les mollusques, dans l'écosystème (qualité d'eau, cycle des nutriments). On observe clairement une diminution importante de l'étendue du Banc Public depuis les années, qui est sans doute reliée à la perte d'habitats favorables pour la croissance et le développement de la population d'huîtres de la Baie de Caraquet. Ceci nous apporte à réfléchir sur l'état de santé écologique de la baie de Caraquet. Une amélioration de la qualité du fond (habitat) doit être considérée afin d'assurer le maintien et le développement des huîtres qui s'y retrouvent. Il est donc recommandé d'implanter des techniques de dévasement des gisements «desilting » et d'épendage des coquilles «shelling», afin de maintenir les efforts de pêche et d'augmenter la productivité des huîtres du Banc Public.

Ceci étant dit, les recommandations suivantes semblent être essentielles en perspective d'un développement durable de la Baie de Caraquet :

- Effectuer un suivit, c'est-à-dire la collecte de données pertinentes sur l'effort de la pêche des huîtres (nombre de pêcheurs, nombre de jours de pêche, unités de prise, etc.) afin d'avoir des bonnes statistiques qui nous permettrons de mieux comprendre les fluctuations des débarquements.

- Évaluer les meilleures stratégies disponibles afin d'améliorer les stocks.

- Reconnaître les avantages écologiques en plus des bénéfices économiques associés à la restauration des populations d'huîtres.

- Reconnaître que le rétablissement des populations d'huîtres pour l'industrie de la pêche aura également un impact positif sur l'industrie ostréicole en augmentant les probabilités d'un bon captage (biomasse plus élevée) et de la productivité lors de la phase de croissance (reliée à l'amélioration de l'écosystème).

- Réévaluer l'impact potentiel, sur le recrutement et la productivité des huîtres, de la brèche de La Dune de la baie de Caraquet sur les paramètres physico-chimiques des eaux intérieures (ex/ régime thermique, régime sédimentaire, etc.).

6. Remerciements

Cette étude est une collaboration entre le Ministère de l'Agriculture, Pêches et Aquaculture (MAPA) du Nouveau-Brunswick et le Ministère des Pêches et Océans Canada, Centre des Pêches du Golfe. Nous voulons sincèrement remercier Gilles Thériault et Pierre Gallien du MAPA pour avoir organisé et mené le travail de terrain. Nous remercions les plongeurs Éric Landry et Germain Landry ainsi que les étudiants(es) Michel LeBreton, Pierre Boudreau et Kathy Duguay pour leur contribution dans ce project. Nous voulons également remercier Elmer Wade pour son aide précieuse au cours des analyses géostatistiques.

7. Références

Armstrong, M., D. Renard and P. Berthou. 1989. Applying geostatistics to the estimation of a population of bivalves. ICES Council Meeting :23 p.

Conan, G.Y. 1985. Assessment of shellfish stocks by geostatistical techniques. ICES Shellfish Committee :24 p.

Conan, G.Y., U. Buerkle, E. Wade, M. Chadwick and M.Comeau. 1988a. Geostatistical analysis of spatial distribution in a school of herring. ICES Statistics Committee :18 p.

Conan, G.Y., M. Moriyasu, E. Wade and M.Comeau. 1988b. Assessment and spatial distribution surveys of snow crab stocks by geostatistics. ICES Council Meeting, Copenhagen, Denmark :23 p.

Deutsch, C.V. and A.G. Journel. 1992. Geostatistical Software Library and User's Guide. Oxford University Press, New York. 340 p.

Ferguson, E. 1985. Captage et taille des naissains d'huîtres de 1979 à 1984 dans la baie de Caraquet. Rapport présenté au Ministère des Pêches et Aquaculture, Caraquet, N.-B. : v + 22 p.

Koles, T. and K.T. Paynter. 1999. Oyster restoration in Maryland : measuring progress and productivity. J. Shellfish Res. 18(1) : 330-331.

Lavoie, R.E. 1977. The oyster population of the Public Fishing Area, Caraquet Bay, New Brunswick. Fish. Mar. Serv. Tech. Rep. 735: vi + 39 p.

Lavoie, R.E. and G. Robert. 1981. Distribution and biological parameters of the oyster population of the Public Fishing Area in Caraquet bay, New Brunswick. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sc. 1039 : vi + 20 p.

Luckenbach, M. W., R. Mann and J. A. Wesson. 1995. Oyster Reef Habitat Restoration: A synopsis and synthesis of approaches. Proceedings from the Symposium. Virginia Institute of Marine Science School of Marine Science, College of William and Mary VIMS Press, Williamsburg, Virginia, USA.

MacKenzie, C.L. 1976. Increasing earnings and production in the oyster industry of Prince Edward Island. Proc. Natl. Shellfish. Assoc., Md., 65 :4-5

MacKenzie, C.L. 1989. A guide for enhancing estuarine molluscan shellfisheries. Marine Fisheries Review 51(3) :47 p.

SEnPAq. 1991. Abondance, distribution et autres paramètres biologiques de la population d'huîtres du banc public de la baie de Caraquet, Nouveau Brunswick. Rapport technique présenté au Ministère des Pêches et Océans, Tracadie, N.-B. : iv + 42 p.

Sephton, T.W. and C.F. Bryan. 1988. Abundance, distribution and dynamics of the American oyster population of the Public Fishing Area of Caraquet Bay, New Brunswick. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sc. 1654 : vi +18 p.

Southworth, M. and R. Mann. 1999. Quantitative aspects of oyster reef broodstock enhancement in the Great Wicomico River, Virginia. J. Shellfish Res. 18(1) : 310.

Wesson, J.A. 1997. A defendable long-term strategy for oyster reef restoration in Virginia. J. Shellfish Res. 16(1) : 278.

Tableau 1. Superficie (en hectares) et pourcentage du Banc Public et des différentes régions de densités d'huîtres pour les années 1972 à 1999.

	Superficie et pourcentage des régions de densité						
	faible		***moyenne***		***haute***		***Totale***
Année	0-10/m²	%	10-100/m²	%	> 100/m²	%	
1972	70	32.9	124	58.2	19	8.9	213
1974	61	25.4	139	57.9	40	16.7	240
1979	86	29.7	204	70.3	n/a	n/a	290
1987	60	22.2	188	69.6	22	8.1	270
1991	81	32.0	164	64.8	8	3.2	253
1999[1]	47	24.2	112	57.7	35	18.0	194
1999[2]	46	21.3	147	68.1	23	10.6	216

[1] calculée avec la méthode arithmétique traditionnelle
[2] calculée avec la méthode géostatistique (Krigeage)

Tableau 2. Densités moyennes (huîtres/m²) des différentes classes de taille d'huîtres selon les régions de densités pour le Banc Public de la baie de Caraquet en 1999.

	Nombre d'échantillons	Densité totale (nb ± I.C.%)	commerciales >75 mm (nb ± I.C%)	recrues 35-75 mm (nb ± I.C%)	juvéniles 0-35 mm (nb ± I.C%)	naissains 0-25 mm (nb ± I.C%)
Faible (0-10/m²)	20[1] 15[2]	1,9[1] 1,1[2]	0,2[1] 0,1[2]	1,5[1] 0,9[2]	0,2[1] 0,1[2]	0,05[1] 0,07[2]
Moyenne (10-100/m²)	36[1] 43[2]	51,0[1] 48,8[2]	3,2[1] 3,1[2]	37,2[1] 36,4[2]	10,6[1] 9,3[2]	3,1[1] 2,4[2]
Haute (>100/m²)	9[1] 7[2]	135,7[1] 139,8[2]	6,4[1] 5,8[2]	100,0[1] 99,8[2]	28,4[1] 34,1[2]	7,3[1] 10,8[2]
Banc Public	65*	47,6 ± 23,9%[1] 51,6 ± 12,6%[2]	2,7 ± 33,4%[1] 3,2 ± 16,2%[2]	35,0 ± 23,7%[1] 36,9 ± 16,4%[2]	9,9 ± 28,3%[1] 11,6 ± 12,2%[2]	2,7 ± 37,0%[1] 3,3 ± 16,1%[2]

[1] calculée avec la méthode arithmétique
[2] calculée avec la méthode géostatistique (Krigeage)
* 67 stations au total ont été échantillonnées mais seulement 65 stations ont été utilisées pour les calculs

Tableau 3. Comparaison des densités (huîtres/m²) totales et commerciales d'huîtres du Banc Public de la baie de Caraquet pour les années 1974 à 1999.

	1974[1]		1979[2]		1987[3]		1991[4]		1999	
	total (nb/m²)	commerciales (nb/m²)	total (nb/m²)	commerciales (nb/m²)	total (nb/m²)	commerciales (nb/m²)	total (nb/m²)	commerciales (nb/m²)	total (nb/m²)	commerciales (nb/m²)
densité faible	3,6	0,8	2,7	0,4	6,8	0,7	2,9	0,65	1,9[5] 1,1[6]	0,2[5] 0,1[6]
densité moyenne	36,2	5,9	43,7	6,7	30,9	3,7	26,5	2,8	51,0[5] 48,8[6]	3,2[5] 3,1[6]
densité haute	250,5	46,1	n/d	n/d	101,6	6,8	124,2	27,9	135,7[5] 139,8[6]	6,4[5] 5,8[6]
banc public (sans chenaux)	63,5	11,3	31,5	4,7	31,8	3,3	24,2	3,2	47,6[5] 51,6[6]	2,7[5] 3,2[6]
population totale (en millions)							61,2	8,1	92,3[5] 103,3[6]	5,2[5] 6,4[6]
Nb. de boîtes d'huîtres de taille commerciale*		56 628		31 410		19 800		17 053		10 947[5] 13 541[6]
Nb. de tonnes d'huîtres de taille commerciale		2574		1282		808		696		447[5] 553[6]

[1] Lavoie 1977
[2] Lavoie and Robert 1981
[3] Sephton and Bryan 1988
[4] SEnPAq 1991
[5] calculée avec la méthode arithmétique
[6] calculée avec la méthode géostatistique (Krigeage)
* une tonne métrique contient 24,5 boîtes d'huîtres commerciales et chaque boîte contient entre 450 – 500 huîtres commerciales (Lavoie 1977)

Tableau 4. Distribution de la taille des populations d'huîtres (en pourcentage) du Banc Public, de Pointe aux Huîtres, du Chenal Nord et du Chenal Sud de la baie de Caraquet en 1999.

Région	**Classe de tailles**			
	>75mm	35-75mm	0-35mm	0-25mm
Banc Public	5,3 %	71,3%	23,4%	7,1%
Pointe aux Huîtres	0,8%	68,5%	30,7%	6,7%
Chenal Nord	22,8%	54,8%	22,4%	8,8%
Chenal Sud	34,3%	60,0%	5,7%	1,6%

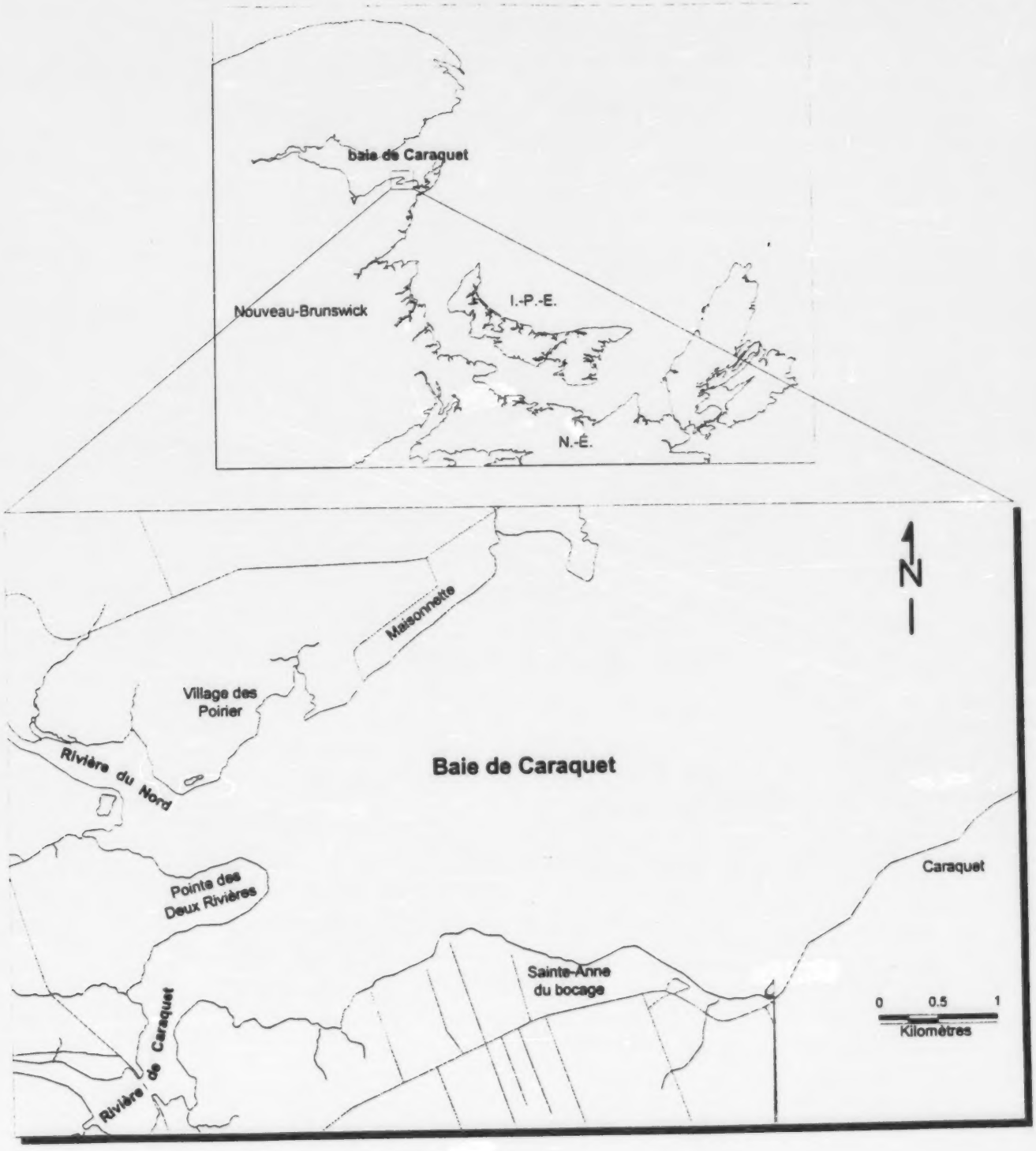

Figure 1. Baie de Caraquet, Nouveau-Brunswick.

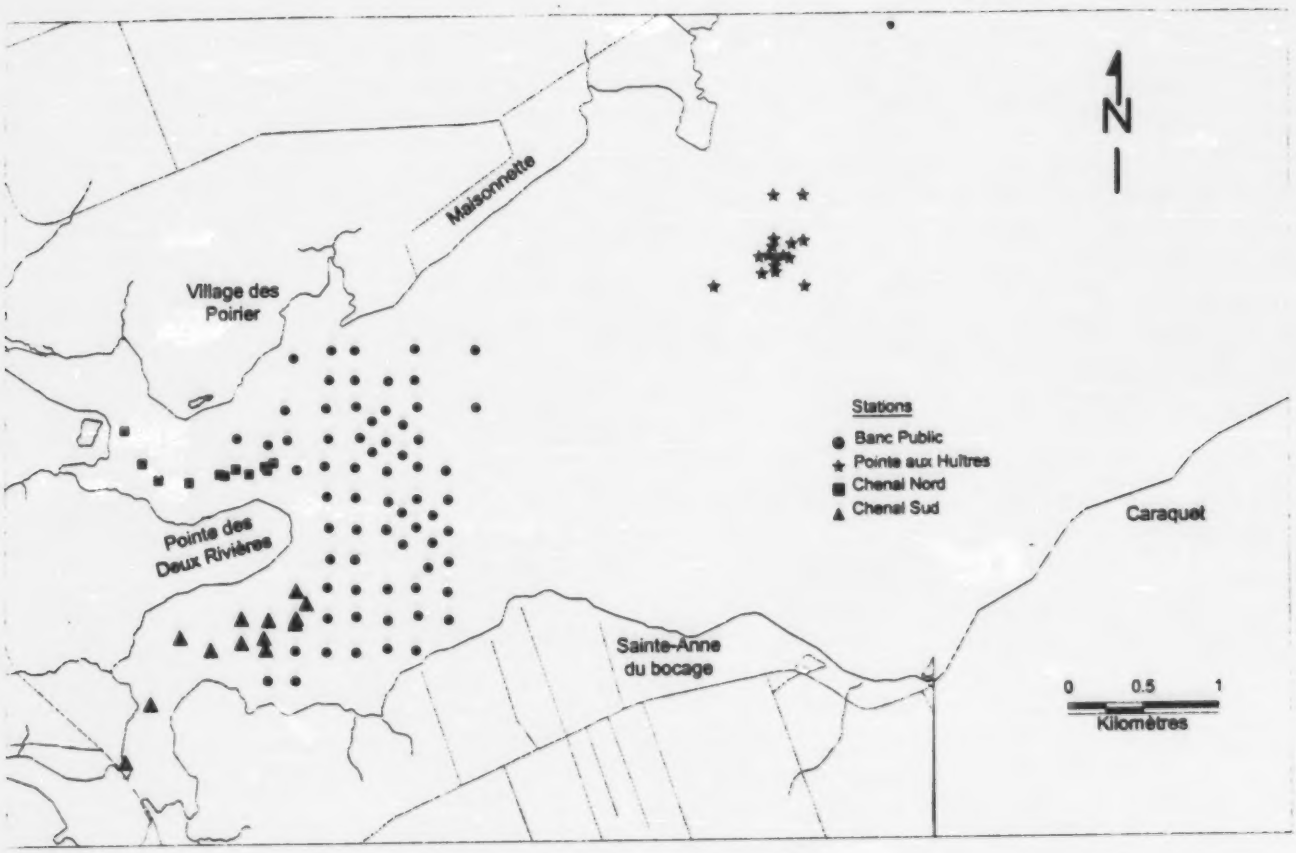

Figure 2 Stations d'échantillonage d'huîtres au Banc Public, à Pointe aux Huîtres et au Chenal Nord et Sud dans la baie de Caraquet en 1999.

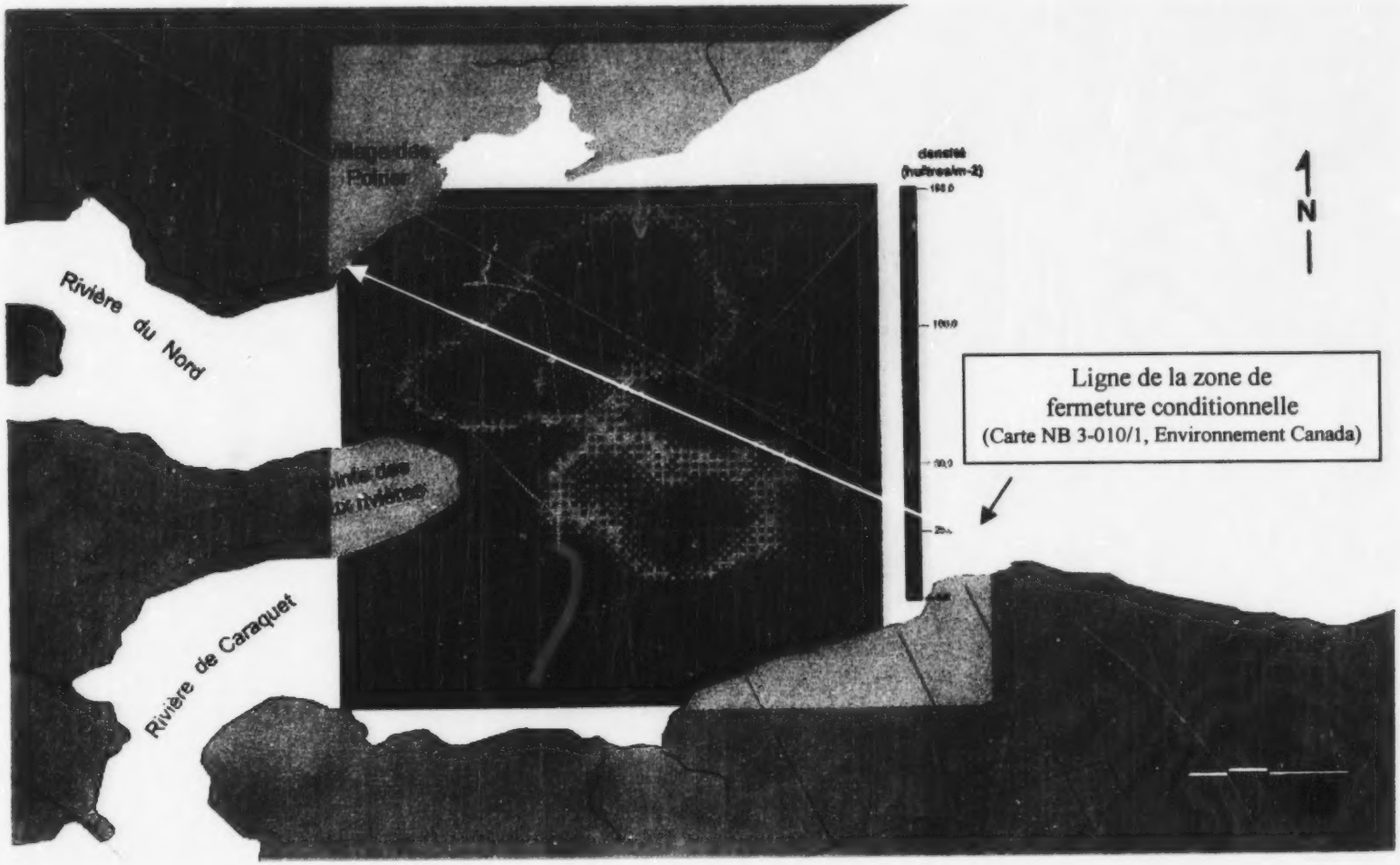

Figure 3. Distribution de la population totale d'huîtres du Banc Publique de la baie de Caraquet, 1999.

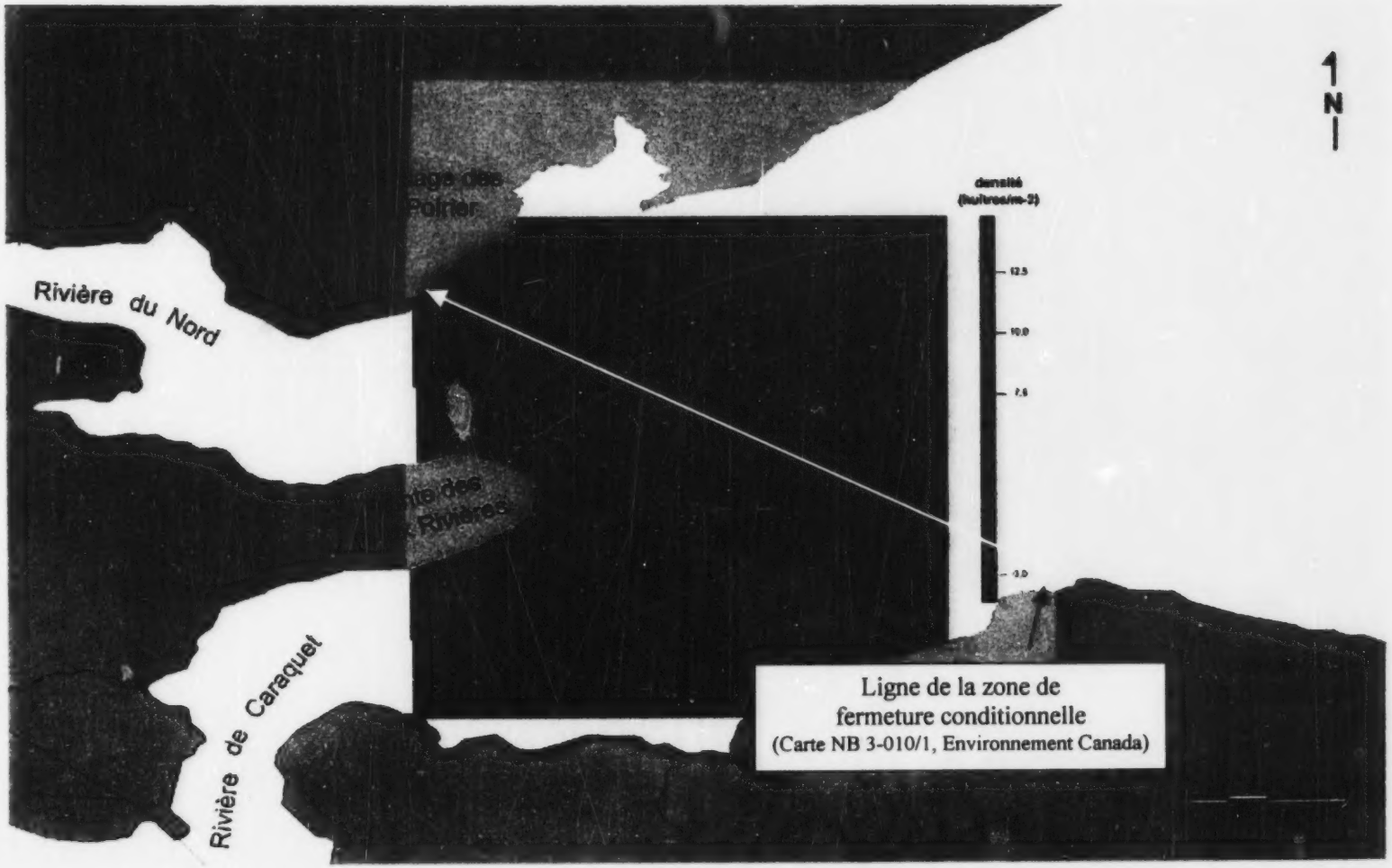

Figure 4. Distribution des huîtres commerciales (>75 mm) dans la région du Banc Publique de la baie de Caraquet, 1999.

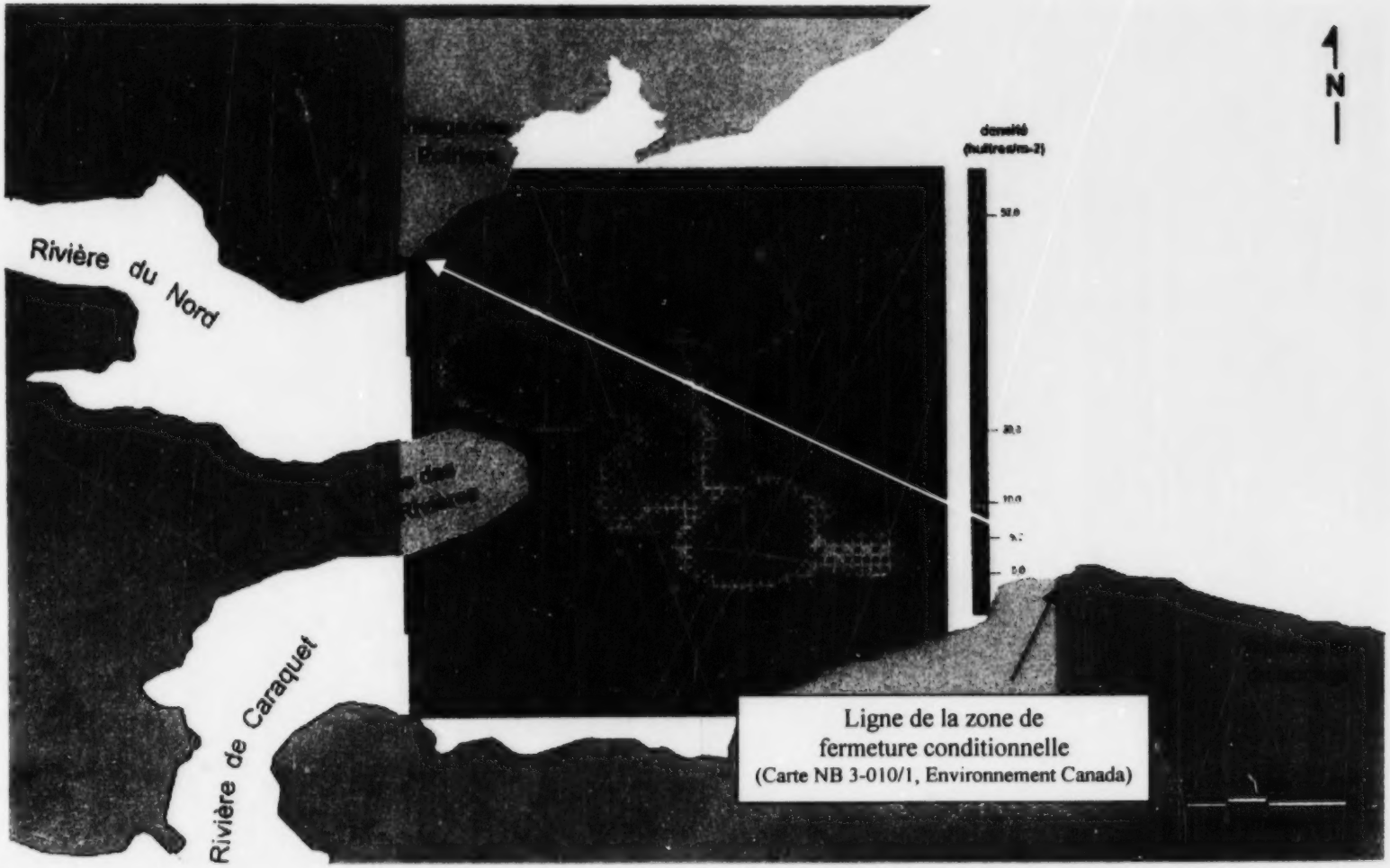

Figure 5. Distribution des huîtres juvéniles (0-35 mm) dans la région du Banc Publique de la baie de Caraquet, 1999.

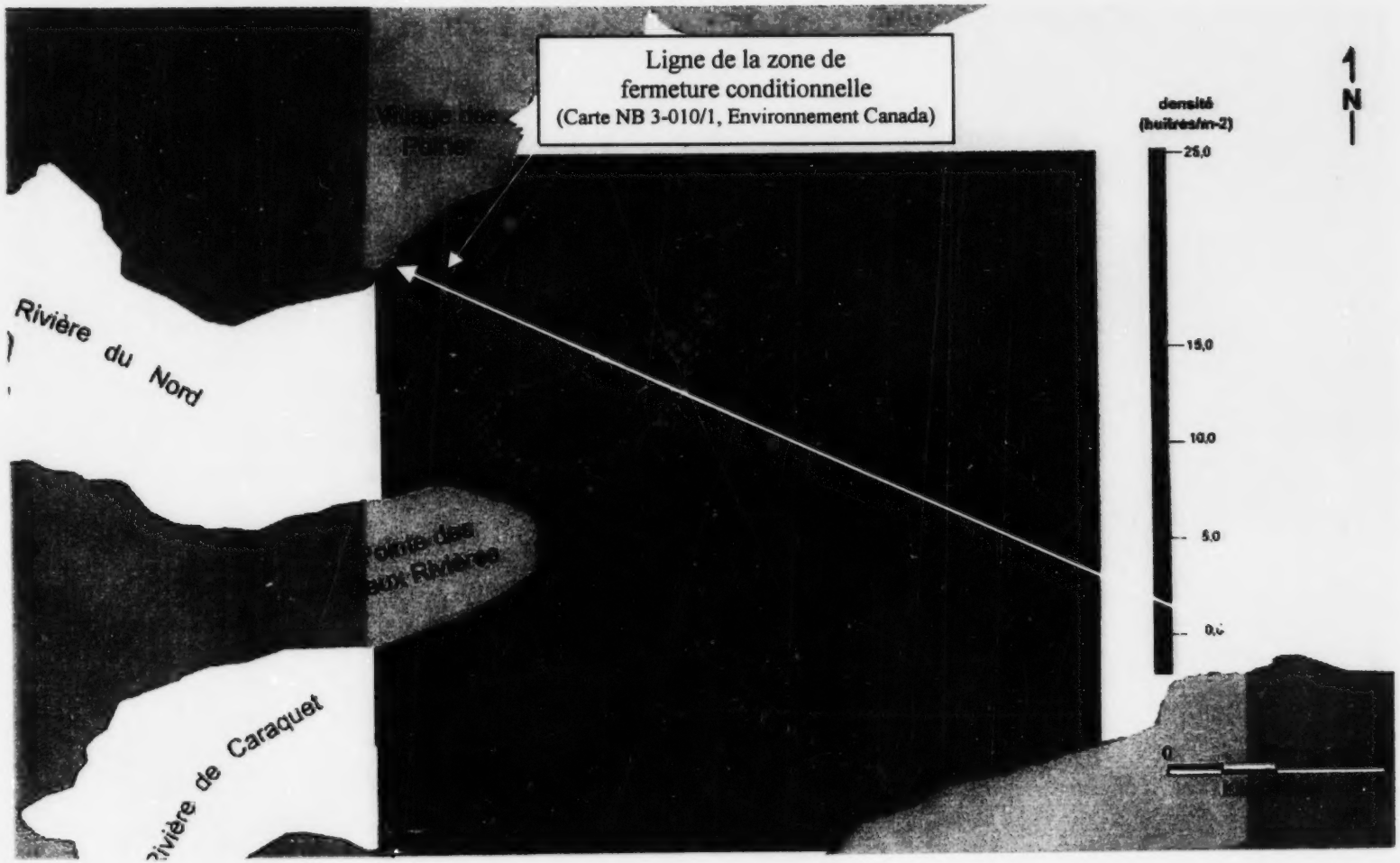

Figure 6. Distribution des huîtres naissains (0-25 mm) dans la région du Banc Publique de la baie de Caraquet, 1999.

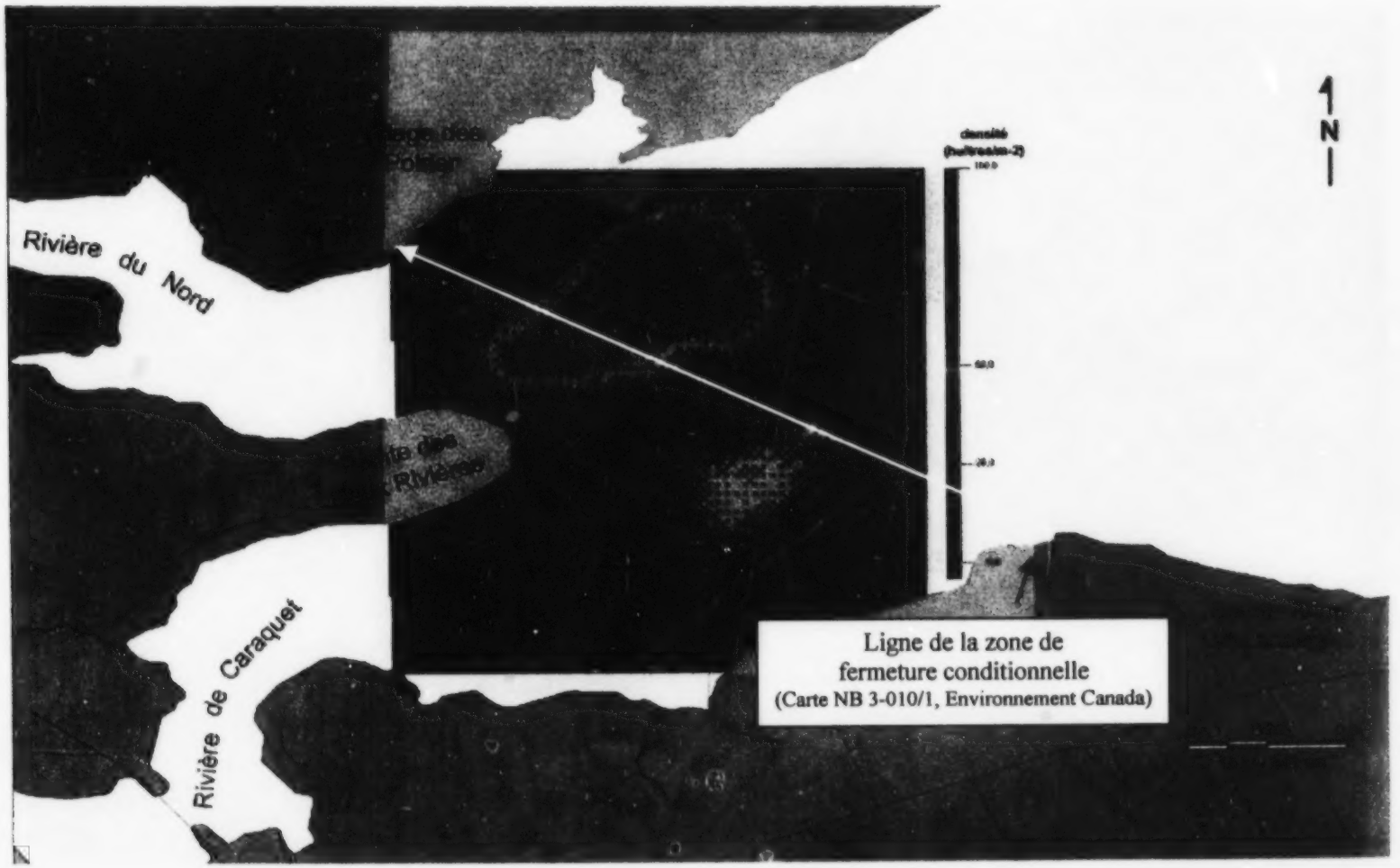

Figure 7. Distribution des huîtres recrues (35-75 mm) dans la région du Banc Publique de la baie de Caraquet, 1999.

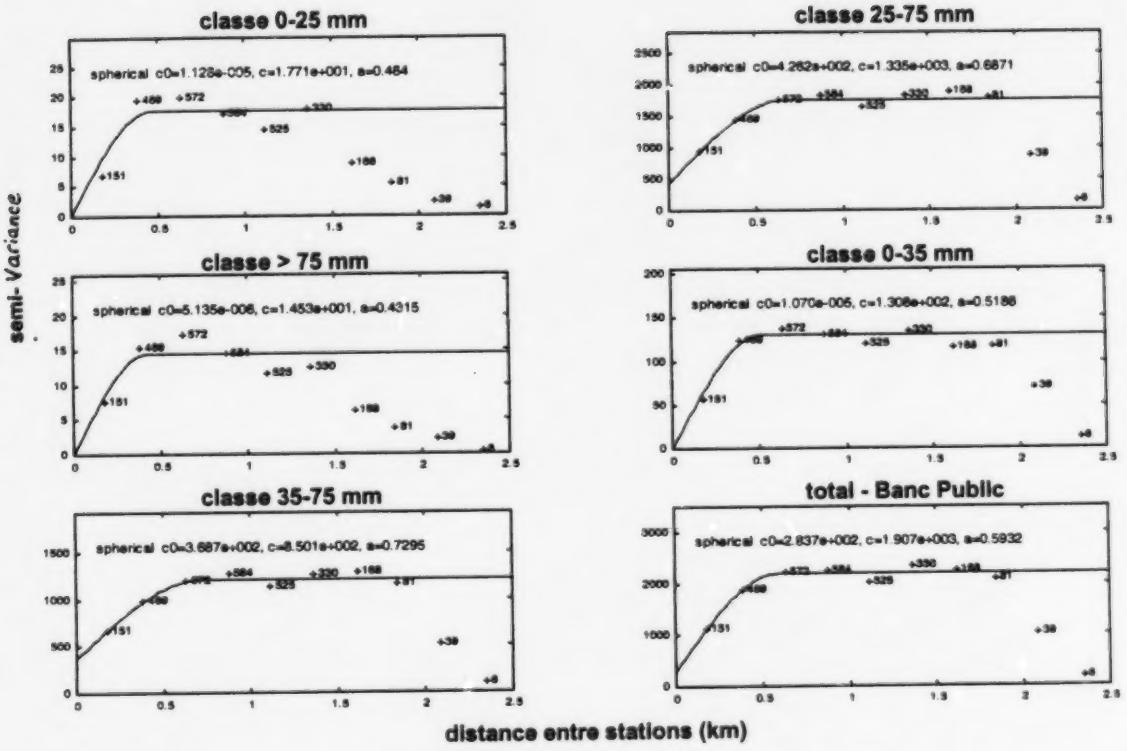

Figure 8. Variogrammes obtenus lors du Krigeage pour le Banc Public et les différentes classes de taille en 1999.

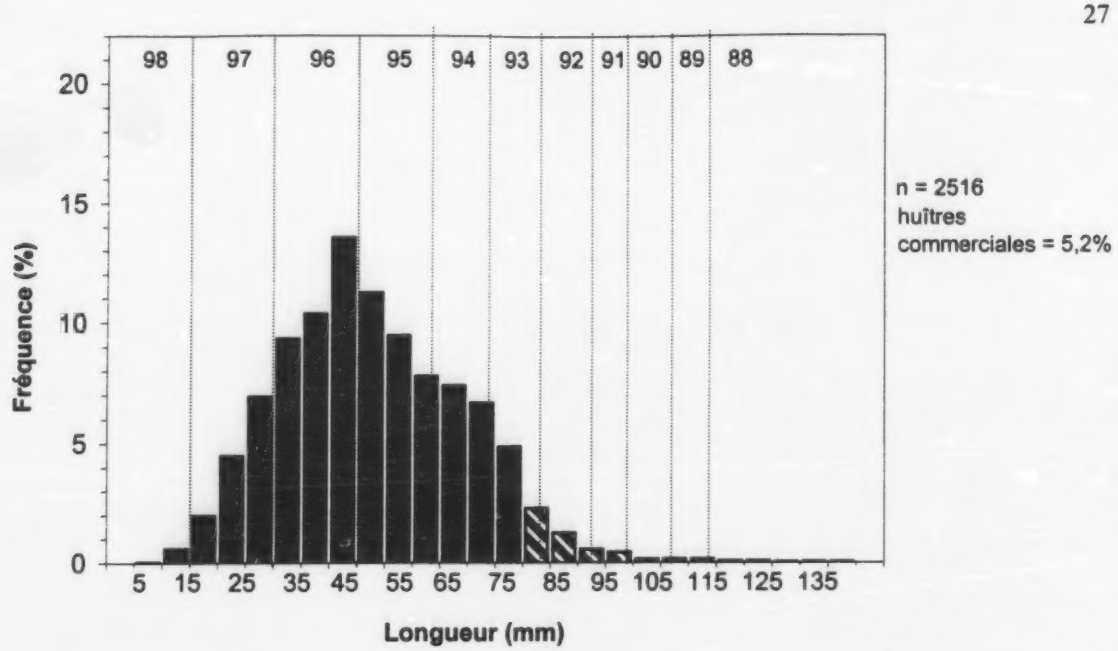

Figure 9a. Distribution de la population d'huîtres du Banc Public de la baie de Caraquet en 1999.

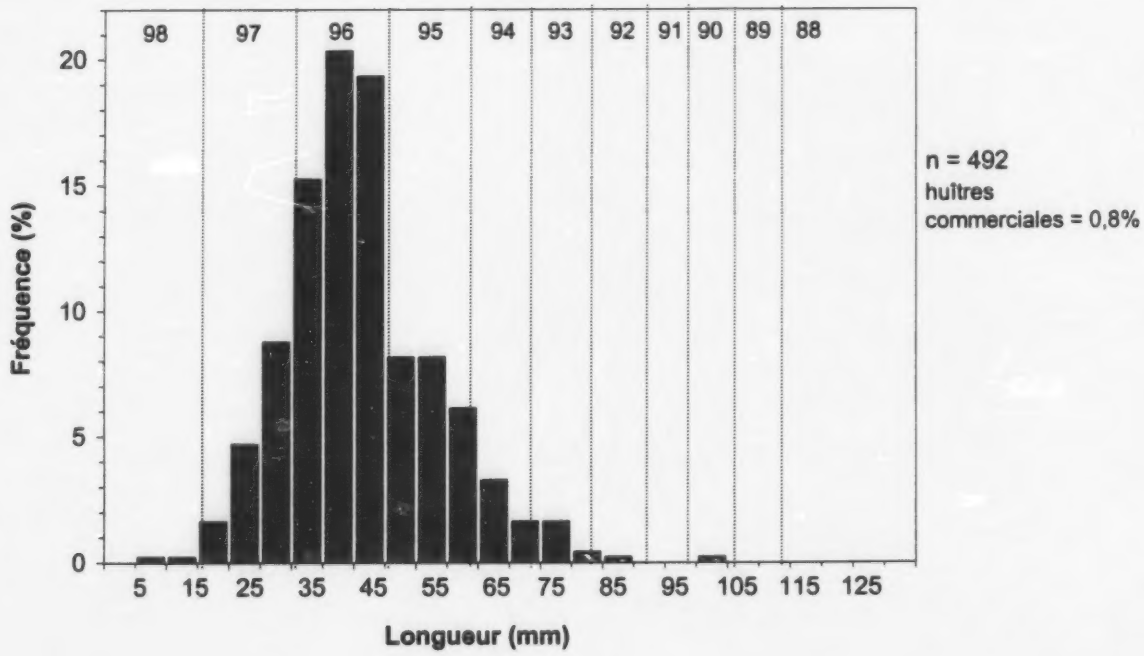

Figure 9b. Distribution de la population d'huîtres à Pointe aux Huîtres de la baie de Caraquet en 1999.

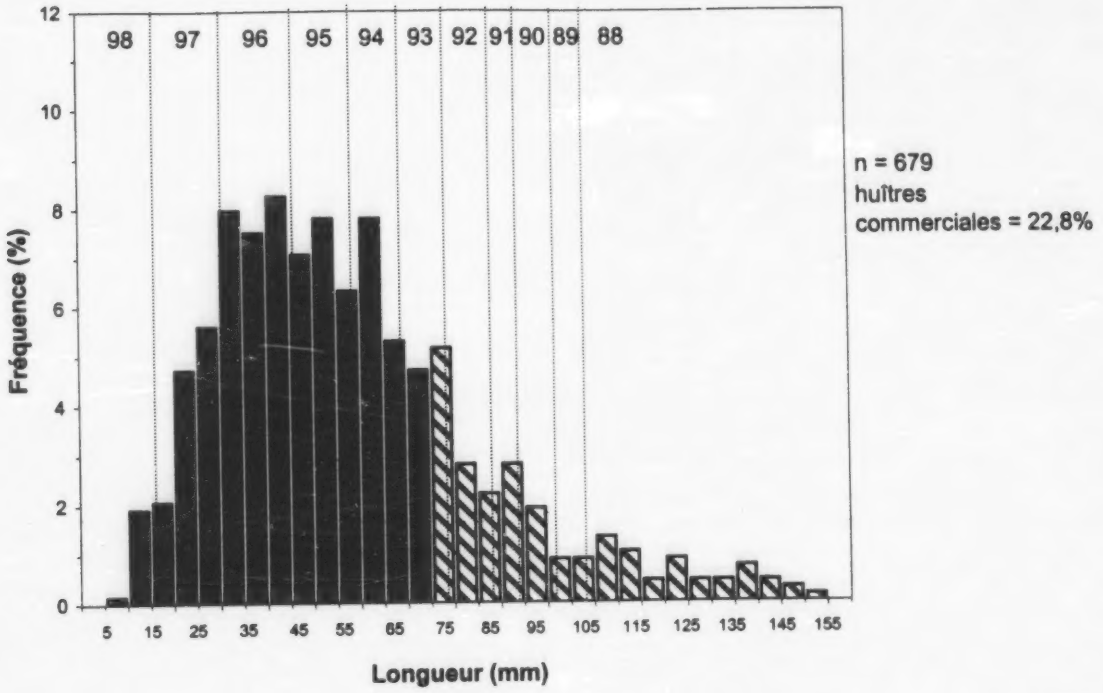

Figure 9c. Distribution de la population d'huîtres du Chenal Nord de la baie de Caraquet en 1999.

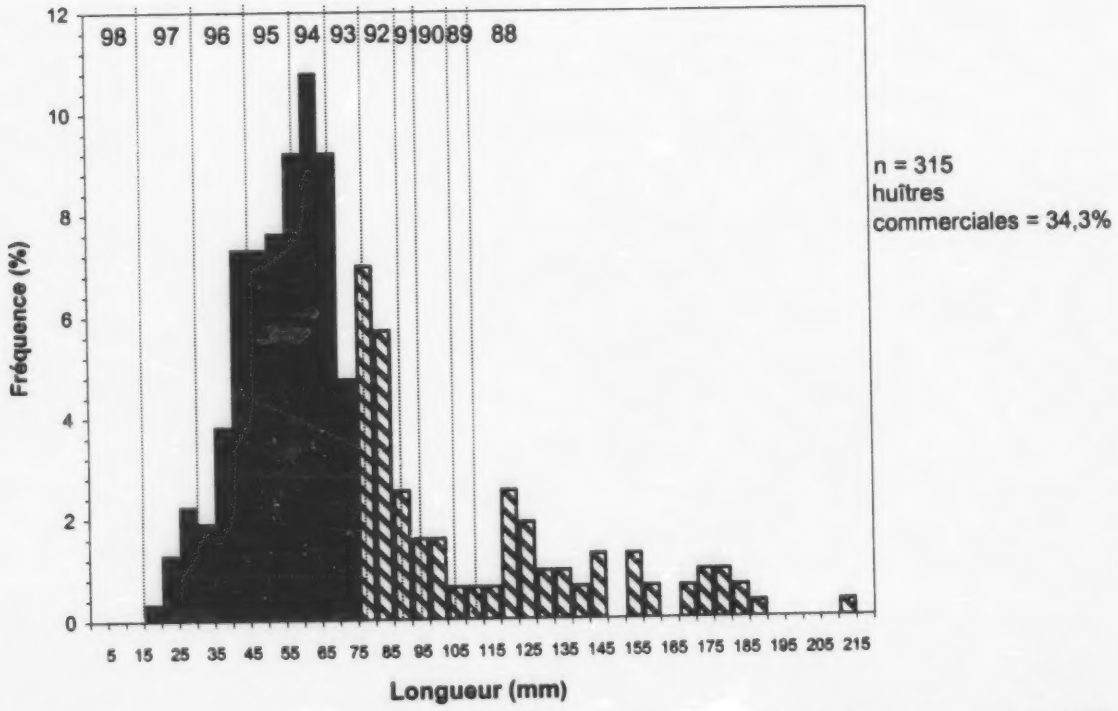

Figure 9d. Distribution de la population d'huîtres du Chenal Sud de la baie de Caraquet en 1999.

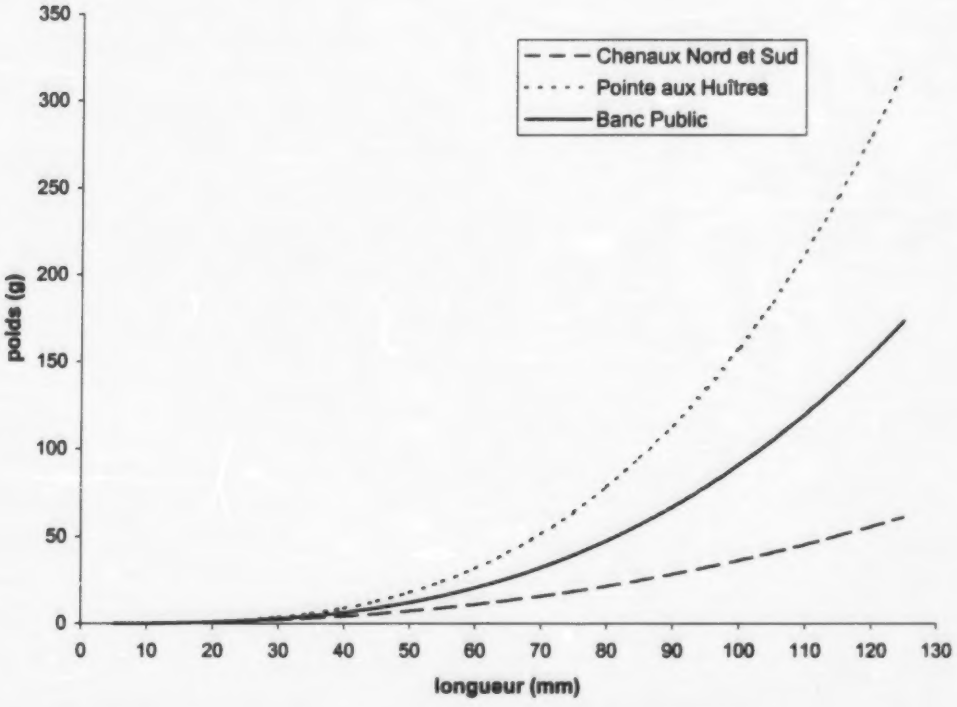

Figure 10. Courbes exprimant la relation entre la longueur totale (mm) et le poids de l'huître (g) pour le Banc Public, la Pointe aux Huîtres et les Chenaux Nord et Sud de la baie de Caraquet en 1999.